

УДК 004.932

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМИ РОБОТАМИ

Бочаров А.А.,

аспирант 4-го года обучения ЧОУ ВО ЮУ (ИУБИП)

e-mail: a.a.bocharov1980@gmail.com

Красюкова Ю.И.,

Магистрант ЧОУ ВО ЮУ (ИУБИП), e-mail: krasukova84@mail.ru

Храмов В.В.,

в.н.с., к.т.н., доцент ЧОУ ВО ЮУ (ИУБИП) e-mail: vxramov@inbox.ru

Аннотация: В работе рассмотрены важность, актуальность и практическая востребованность технических решений, основанных на принципах сложного зрения насекомых. В статье проведен сравнительный анализ бинокулярного и фасеточного зрения, и выделены основные признаки сложного глаза насекомого, представляющие интерес для изучения и применения в оптико-электронных системах.

С учетом основного достоинства фасеточного зрения применительно к функционированию систем технического зрения (СТЗ) робота – большое угловое поле зрения, вплоть до полной сферы, имеется возможность отслеживать в реальном масштабе времени динамику развития состояния окружающей подвижные объекты среды.

Ключевые слова: фасеточное зрение, управление движением, признаки распознавания, система технического зрения, гексагональная решетка

DEVELOPMENT OF NEW MODELS OF VISION SYSTEMS IN CONTROL SYSTEMS FOR AUTONOMOUS ROBOTS

Bocharov A.A.

Krasyukova Yu.I.

Khramov V.V.

Abstract: The paper considers the importance, relevance and practical relevance of technical solutions based on the principles of complex insect vision. The article provides a comparative analysis of binocular and facet vision, and highlights the main features of the complex eye of an insect that are of interest for study and application in optoelectronic systems.

Taking into account the main advantage of faceted vision as applied to the functioning of robot vision systems (RVS) - a large angular field of view, up to the full sphere, it is possible to track in real time the dynamics of the development of the state of the environment surrounding the moving objects.

Keywords: faceted vision, motion control, recognition signs, computer vision system, hexagonal lattice

Введение

Такие задачи, как обнаружение объектов их распознавание, мониторинг зачастую требуют обеспечения в системах технического зрения широкой области обзора [1].

При этом существуют 2 подхода к осуществлению дискретизации [2]:

- дискретизация в пространстве изображений;
- дискретизация в пространстве объектов;

Первый подход повторяет принципы, работающие для человеческого зрения. В современных компьютерных системах на точки (пиксели) разбивается получаемое изображение.

Второй принцип повторяет существующий в природе механизм фасеточного зрения. Фасетки представляют собой обладающие всем необходимым для регуляции светового потока и формирования изображения (иными словами, автономные) приемники светового излучения. Несмотря на то, что в таком случае отдельная «линза» (фасетка) имеет малое оптическое разрешение, которое значительно хуже пространственного разрешения человеческого глаза, фасеточному глазу присущи такие преимущества, как широкое поле обзора, большие размеры, чувствительность к движению [3,4].

С самого начала исследований в данной области предлагаются различные реализации и модели данного естественного для природы механизма зрения. Одни из последних разработок в данной области описаны в [3 – 8]. Строятся основанные на данном принципе оптические системы [5, 7]. И даже предлагаются методы по определению ориентации целевого объекта [4]. Однако реализация камер, непосредственно имитирующих глаза

обычных членистоногих, осложняется их изогнутой геометрией, поэтому различными авторами (например, [6]) предлагаются и плоские архитектуры.

Всего можно выделяются следующие основные классы систем визуализации на основе искусственных фасеточных глаз [9, 10]:

1. Устройства на основе плоского датчика изображения и плоской матрицы микролинз.
2. Устройства на основе плоского датчика изображения и изогнутой матрицы микролинз.
3. Устройства на основе изогнутого датчика изображения и изогнутой матрицы микролинз.

Как видно, в последние годы идея фасеточного зрения получает все больше интереса. Следует отметить ее применимость для построения обзорно-панорамной оптико-электронной системы для разных целей: видеонаблюдение, обнаружение и локация импульсных целей, спутниковый мониторинг и аэровидеосъемка [2]. В данной же работе предлагается объединение данной идеи и идеи эвристического обнаружения объектов на изображении в процессе построения системы управления автономными подвижными объектами на горных предприятиях.

Предлагаемый подход

Немаловажным вопросом при навигации автономных подвижных объектов является определение на полученных с камеры изображениях различных объектов (например, препятствий).

В работе [11] был показан пример обработки изображений, поступающих с камер, устроенных по классическому принципу (дискретизация в области изображений), которые могут быть установлены на автономных подвижных объектах на горном предприятии. В данном случае изображение представляет собой набор квадратных пикселей.

В работе же[12] было отмечено, что гексагональная (шестиугольная решетка) обладает некоторыми преимуществами перед прямоугольной растровой решеткой и проведены эксперименты по перенесению полученного стандартного цифрового изображения на шестиугольную решетку. Программным путем на изображение (Рис. 1) наносится шестиугольная сетка (Рис. 2). Затем, в зависимости от цвета пикселей на исходном изображении, она размечается на «черные» и «белые» ячейки (Рис. 3).

Однако оптические системы, построенные по принципу фасеточного зрения (например, такие как [3]) позволяют обойтись без подобных преобразований (Рис. 4). Так как в данном случае сразу происходит разбиение на шестиугольные пиксели.

Как видно из доступных источников, уже сейчас оптические системы, моделирующие принцип фасеточного зрения, позволяют получать удовлетворительные изображения типа объект-фон, которые могут быть обработаны при помощи методики [11].

Фасеточные системы зрения позволяют быстрее реагировать на движение. Соответственно, с их помощью можно сократить риски при движении автономных объектов



Рис. 1. Исходное изображение

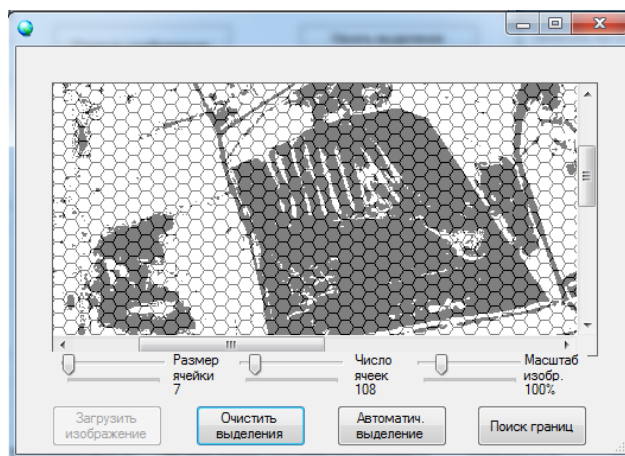


Рис. 2. Процесс наложения на предварительно обработанное исходное изображение шестиугольной решетки.

В результате обработки изображений, зафиксированных при помощи системы фасеточного зрения предполагается получение набора контуров. Если хотя бы один контур получен, то необходимо скорректировать направление движения. Иначе – крупных препятствий не обнаружено. Если один из подвижных объектов в определенный момент неподвижен, система фасеточного зрения также позволит определить приближение другого подвижного объекта и изменить местоположение.

Выводы

Одной из тенденций развития СТЗ мобильного робота являются природоподобные технологии [7]. Таким образом, в рамках данной работы были исследованы перспективы совместного применения способа идентификации объектов земной поверхности, реализованного в рамках шестиугольной растровой решетки, и технологии фасеточного зрения для навигации автоматических или автоматизированных автономных подвижных объектов. Данные видоизменения направлены на повышение достоверности получаемых данных в процессе идентификации. А это, в свою очередь положительно скажется на эффективности навигационных горнотранспортных комплексах.

1. Соломатин В. Фасеточное зрение: перспективы в оптико-электронных системах // Фотоника. – 2009. – № 1 (13). – С. 22-26.
2. Петров Н.И., Данилов В.А. Современные системы видения и зрение живых организмов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 12-1. – С. 134-139.
3. Drack M., Berger A., Ettinger B., Gebeshuber I.C. 3D-Printed Facet Optics: Novel Adjustable Technical Optics Inspired by Compound Eyes // *Frontiers in Materials*, 2020, Vol. 7. DOI 0.3389/fmats.2020.00199.
4. Mengchao Ma, Hang Li, XiCheng Gao, WuHan Si, HuaXia Deng, Jin Zhang, Xiang Zhong, KeyiWang Target orientation detection based on neural network with a bionic bee-like compound eye // *Optics Express*, 2020, Vol. 28, no 7, pp. 10794-10805. DOI 10.1364/OE.388125.
5. Wei-Lun Liang, Jun-Gu Pan, Guo-Dung J. Su. One-lens camera using a biologically based artificial compound eye with multiple focal lengths // *Optica*, 2019, Vol. 6, no 3, pp. 326-334. DOI OPTICA.6.000326.
6. Kogos L.C., Li Y., Liu J. et al. Plasmonic ommatidia for lensless compound-eye vision // *Nature Communications*, 2020, Vol. 11, 1637. DOI 10.1038/s41467-020-15460-0.
7. Жильцов Н.А., Корчагина А.В., Овсянникова Е.Е. Система технического зрения на основе результатов выделения первичных признаков фасеточного зрения // СПб.: Политехника-сервис, 2017. – С. 76-85
8. Патент РФ № 2613349, 27.12.2017. Вараксин А.Н., Гатилов С.Б., Куренков Н.И., Чувахин С.К., Шапкин В.Н. Базовый фотоприёмник системы фасеточного зрения. 2017. Бюл. 8
9. Федянина Р.С., Соколинский Л.Б. Двумерная модель фасеточного зрения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. – 2020. – Т. 9, № 4. – С. 48-66.
10. Cheng Y., Cao J., Zhang Y., et al. Review of state-of-the-art artificial compound eye imaging systems // *Bioinspiration and Biomimetics*. 2019. Vol. 14, no. 3. DOI 10.1088/1748-3190/aaffb5.
11. Крамаров С.О., Митясова О.Ю., Темкин И.О., Храмов В.В. Методология интеллектуальной навигации для управления автономными подвижными объектами на основе триангуляции Делоне // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) . – 2021. – № 2.